

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бойко Елена Григорьевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 27.10.2023 16:15:07  
Уникальный программный ключ:  
e69eb689122030af7d22cc354bf0eb9d453ecf8f

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра энергообеспечения сельского хозяйства

«Утверждаю»  
И.о. заведующего кафедрой



А.С. Кизуров

«01» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ** **Эксплуатация электроэнергетического оборудования**

для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия  
магистерская программа Энергообеспечение сельского хозяйства

Уровень высшего образования – магистратура

Форма обучения: очная, заочная

Тюмень, 2022

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:


1) ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 35.04.06 «Агроинженерия» утвержденный Министерством образования и науки РФ «26 » июля 2017 г., приказ № 709

1) Учебный план магистерской программы Энергообеспечения сельского хозяйства одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья от «01» июля 2022г. Протокол № 11

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена на заседании кафедры Энергообеспечения сельского хозяйства от «01» июля 2022г. Протокол № 7

И.о.заведующий кафедрой  А.С.Кизуров

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией института от «01» июля 2022г. Протокол № 7

Председатель методической комиссии института  О.А.Мелякова

**Разработчик:**

Жеребцов Б.В., доцент кафедры Энергообеспечения с/х, к.т.н..

**Работодатель:**

Самохвалов И.И., начальник службы эксплуатации и ремонта подстанций АО «Россети Тюмень» филиал Тюменские электрические сети

И.о. директора института:



Л.Н. Андреев

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<i>Код компетенции</i>	Результаты освоения	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-3</b>	Способен организовать и контролировать эксплуатацию электроэнергетического оборудования	<p><b>ИД-1</b>пк 3</p> <p>Организует работу электроэнергетического оборудования в межремонтный период и поддержание его в работоспособном, безопасном состоянии</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законодательную и нормативную базу проведения энергетических обследований;</li> <li>- методы проведения энергетических обследований, их классификацию и этапы проведения;</li> <li>- проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать и планировать режимы энерго- и ресурсопотребления;</li> <li>- искать инновационные решения технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) с учетом требований качества и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</li> <li>- проектировать технологические процессы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и средств;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организацией работы по совершенствованию машинных технологий и электротехнологий производства и переработки продукции растениеводства и животноводства;</li> <li>- проектированием систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения.</li> <li>- организацией технического обслуживания, ремонта и хранения машин, обеспечения их топливом и смазочными материалами.</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к Блоку 1 части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения дисциплины необходимы знания в области: *Современные проблемы науки и производства, Методика экспериментальных исследований, Информационные технологии в научно-исследовательской работе.*

*Эксплуатация электроэнергетического оборудования* является предшествующей дисциплиной для государственной итоговой аттестации.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре по очной форме обучения, на 2 курсе в 4 семестре – заочной форме.

3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетные единицы).

Вид учебной работы	Форма обучения	
	очная	заочная
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	30	14
<i>В том числе:</i>	-	-
Лекционного типа	10	4
Семинарского типа	20	10
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	78	94
<i>В том числе:</i>	-	-
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	40	71
Самостоятельное изучение тем	3	
Контрольные работы	20	23
Реферат	15	-
Вид промежуточной аттестации:	зачет	зачет
<b>Общая трудоемкость:</b>		
часов	<b>108</b>	<b>108</b>
зачетных единиц	<b>3</b>	<b>3</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Условия эксплуатации электрооборудования в сельскохозяйственном производстве	Факторы внешней среды, определяющие условия эксплуатации; Основные режимы работы электрооборудования; Качество электроэнергии. Требования к надежности электрооборудования. Классификация электроустановок. Элементы схем замещения.
2.	Общая характеристика электрооборудования, используемого в сельском хозяйстве	Электрические двигатели, аппаратура управления и защиты; электротермические, осветительные и облучательные установки; Технические средства автоматизации производственных процессов; Устройства распределения электроэнергии.
3.	Общие вопросы надежности электрооборудования.	Основные понятия и показатели надежности; Простейшие методы расчета и оценка надежности; Сбор и обработка информации о

		надежности при эксплуатации; Эксплуатационная надежность электрооборудования.
4.	Мероприятия по снижению и эффективному использованию электрооборудования при эксплуатации	Технология капитального ремонта; Ремонтно-обслуживающая база;
5.	Мероприятия по снижению простоев технологических процессов при отказах электрооборудования	Оперативное обслуживание электрооборудования; Использование запасного электрооборудования
6.	Организация электротехнической службы	Проектирование и анализ деятельности электротехнической службы. Защита электроустановок от аварийных режимов; Способы и средства диагностирования электрооборудования. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования. Определить меры по обеспечению безопасности и экологичности разрабатываемых новых технологий, электроэнергетических объектов и электротехнических изделий

#### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего, часов
1	2	3	4	5	6
1.	Условия эксплуатации электрооборудования в сельскохозяйственном производстве	2	4	14	20
2.	Общая характеристика электрооборудования, используемого в сельском хозяйстве	2	4	14	20
3.	Общие вопросы надежности электрооборудования.	2	2	12	16
4.	Мероприятия по снижению и эффективному использованию электрооборудования при эксплуатации	2	4	14	20
5.	Мероприятия по снижению простоев технологических процессов при отказах электрооборудования	-	4	12	16
6.	Организация электротехнической службы	2	2	12	16
	Итого:	10	20	78	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего, часов
1	2	3	4	5	6
1.	Условия эксплуатации электрооборудования в сельскохозяйственном производстве	2	2	16	20
2.	Общая характеристика электрооборудования, используемого в сельском хозяйстве	2	2	16	20
3.	Общие вопросы надежности электрооборудования.	-	2	16	18
4.	Мероприятия по снижению и эффективному использованию электрооборудования при эксплуатации	-	-	16	16
5.	Мероприятия по снижению простоев технологических процессов при отказах электрооборудования	-	2	14	16
6.	Организация электротехнической службы	-	2	16	18
	Итого:	4	10	94	108

#### 4.3. Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема	Трудоемкость (час)	
			очная	заочная
1	2	3	4	5
1.	<b>1</b>	Испытание электроизоляционных материалов	4	2
2.	<b>2</b>	ТО ВЛ. 10; 0,4 кВ.	4	2
3..	<b>3</b>	ТО кабельной линии 10; 0,4 кВ.	2	2
4.	<b>4</b>	Расчет условных единиц электрооборудования.	4	-
5.	<b>5</b>	Простейшие методы расчета и оценка надежности	4	2
6.	<b>6</b>	Анализ надежности и безопасности электротехнических систем и разработка мероприятия по их повышению.	2	2
		Итого:	20	10

#### 4.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

*не предусмотрено ОПОП*

## 5. Организация самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 5.1. Типы самостоятельной работы и её контроль

Тип самостоятельной работы	Форма обучения		Текущий контроль
	очная	заочная	
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	40	71	Тестирование и собеседование
Самостоятельное изучение тем	3		тестирование или собеседование
Контрольные работы	20	23	защита
Реферат	15	-	защита
всего часов:	78	94	

### 5.2. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:

1. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Шемякин В.Н. Эксплуатация электрооборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Лань, 2017. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92958#authors>

### 5.3. Темы, выносимые на самостоятельное изучение:

(согласно таблице пункта 5.1)

**Раздел 3** Мероприятия по снижению и эффективному использованию электрооборудования при эксплуатации.

1. Технология капитального ремонта.

**Раздел 4** Мероприятия по снижению простоев технологических процессов при отказах электрооборудования.

1. Использование запасного электрооборудования.

### 5.4. Темы рефератов:

1. Концепции технической политики в электроэнергетике.
2. Энергетика для завтрашнего мира.
3. Новые технологии в монтаже и эксплуатации ВЛ и КЛ.
4. Технология монтажа и эксплуатация самонесущих изолированных проводов до 1 кВ.
5. Электронные счетчики.
6. Новые композиционные электроизоляционные материалы.
7. Оценка надежности контактных соединений по данным тепловизионного контроля.
8. Диагностика трансформаторов.
9. Комплексный подход к диагностике и оценке технического состояния энергетического оборудования.
10. Современные методы поиска мест повреждения в кабельных линиях.
11. Устройства для защиты погружных электродвигателей.
12. Совершенствование тепловых устройств защиты электродвигателей.
13. Контроль и изоляция электрооборудования с использованием частичных разрядов.
14. Применение ИКТ техники в электроэнергетике

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**6.1 Перечень компетенций и оценочные средства индикатора достижения компетенций**

<i>Код компетенции</i>	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства
<b>ПК-3</b>	ИД-1пк3 Организует работу электроэнергетического оборудования в межремонтный период и поддержание его в работоспособном, безопасном состоянии	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законодательную и нормативную базу проведения энергетических обследований;</li> <li>- методы проведения энергетических обследований, их классификацию и этапы проведения;</li> <li>- проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать и планировать режимы энерго- и ресурсопотребления;</li> <li>- искать инновационные решения технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) с учетом требований качества и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</li> <li>- проектировать технологические процессы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и средств;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организацией работы по</li> </ul>	Тест Защита контрольной работы; Собеседование



		<p>совершенствованию машинных технологий и электротехнологий производства и переработки продукции растениеводства и животноводства;</p> <p>- проектированием систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения.</p> <p>- организацией технического обслуживания, ремонта и хранения машин, обеспечения их топливом и смазочными материалами.</p>	
--	--	---	--

## 6.2. Шкалы оценивания

### Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
50 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено

## 6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Указаны в приложении 1.

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Дайнеко В.А., Забелло Е.П., Прищепова Е.М. Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие — Электрон. дан. — Лань, 2014. — 333 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49457#authors>
2. Малафеев, А. В. Организация эксплуатации и ремонта электроэнергетического оборудования : учебное пособие / А. В. Малафеев. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2018. — 52 с. — ISBN 978-5-9967-1424-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162559>

б) дополнительная литература

1. Основы эксплуатации линий электропередачи : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, В. А. Ярош, С. С. Ястребов ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : СтГАУ, 2019. — 221 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/141616>
2. Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования : учебник для вузов по направлению "Агроинженерия" / Г. П. Ерошенко, Н. П. Кондратьева, Саратовск. гос.аграрный ун-т им. Н.

И. Вавилова, Ижевск. гос. сельскохозяйств. академия. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 336 с. (ФГОС 3-го поколения).-<http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:189583/Source:default->

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Хорольский В.Я., Задачник по дисциплине эксплуатация электрооборудования/ В.Я Хорольский., М.А. Таранов, В.Н. Шемякин – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 239 с.- <http://my-shop.ru/shop/books/1768728.html> -Загл. с экрана.

## **10. Перечень информационных технологий**

Программное обеспечение не требуется.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий по дисциплине «Эксплуатация электроэнергетического оборудования» используется специализированная учебная аудитория, оборудованная мультимедийной аппаратурой (проектор, экран, ПК).

## **12. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), использование версии сайта для слабовидящих ЭБС IPR BOOKS и специального мобильного приложения IPR BOOKS WV-Reader (программы незрительного доступа к информации, предназначенной для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android и iOS, которая не требует специально обученного ассистента, т.к. люди с ОВЗ по зрению работают со своим устройством привычным способом, используя специальные штатные программы для незрячих людей, с которыми IPR BOOKS WV-Reader имеет полную совместимость);
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра Энергообеспечения сельского хозяйства

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине


**Эксплуатация электроэнергетического оборудования**

для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия  
магистерская программа Энергообеспечение сельского хозяйства

Уровень высшего образования – магистратура

Разработчики: Жеребцов Б.В., доцент кафедры Энергообеспечения с/х, к.т.н..

Утверждено на заседании кафедры  
протокол № 7 от «01» июля 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой  А.С. Кизуров

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ  
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие  
этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**1. Вопросы для подготовки к зачёту**

<i>Коды компетенции</i>	<i>Вопросы к зачету</i>
<b>ПК-3</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проблемы эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве. Механизм и причины отказов основных видов электрооборудования;</li> <li>2. Предмет теории эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве;</li> <li>3. Оценка объемов работ по обслуживанию электрооборудования. Понятие условной единицы электрооборудования;</li> <li>4. Капитальный ремонт, его задачи и способы;</li> <li>5. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий;</li> <li>6. Обоснование периодичности проведения профилактических работ;</li> <li>7. Классификация сельскохозяйственных помещений по условиям окружающей среды;</li> <li>8. Основы технической эксплуатации;</li> <li>9. Диагностирование электрических контактов;</li> <li>10. Выбор типа защиты электрооборудования;</li> <li>11. Методы определения мест повреждения на кабельных линиях;</li> <li>12. Эксплуатация силовых и осветительных электропроводок, ремонт, проверка и испытания;</li> <li>13. Особенности эксплуатации погружных электродвигателей;</li> <li>14. Выбор степени защиты электрооборудования;</li> <li>15. Эксплуатация полупроводниковых устройств;</li> <li>16. Аварии в электроустановках и меры борьбы с ними.</li> <li>17. Определение штата электротехнической службы;</li> <li>18. Разработка графика профилактических работ при эксплуатации электрооборудования;</li> <li>19. Надежность – одно из основных свойств качества электрооборудования;</li> <li>20. Понятие надёжности электроснабжения и меры по её повышению;</li> <li>21. Сбор и обработка информации о эксплуатационной надежности электрооборудования;</li> <li>22. Задачи проектирования ЭТС. Система показателей ее работы;</li> <li>23. Технологическая сема обслуживания электродвигателей;</li> <li>24. Технологическая схема обслуживания силовых трансформаторов;</li> <li>25. Анализ основных причин выхода электродвигателей из строя;</li> <li>26. Защита электродвигателей с помощью предохранителей, тепловых реле, ее достоинства и недостатки;</li> <li>27. Технологическая схема обслуживания распределительных устройств;</li> <li>28. Выбор электрооборудования по техническим характеристикам;</li> </ol>

	29. Низковольтная аппаратура. Общие положения ремонта; 30. Фазочувствительное устройство защиты электродвигателей; 31. Приём силовых трансформаторов в эксплуатацию; 32. Плановые и оперативные работы при эксплуатации силовых трансформаторов; 33. Особенности эксплуатации электронагревательных установок; 34. Объем и периодичность технического обслуживания и текущего ремонта силовых трансформаторов; 35. Техническое обслуживание и текущий ремонт трансформаторных подстанций; 36. Особенности эксплуатации резервных и передвижных электростанций;
--	---

**Критерии оценки:**

- «зачтено» выставляется студенту, если за тест набирает более 50 баллов;
- «не зачтено» выставляется студенту, если за тест набирает менее 50 баллов.

**Темы, выносимые на самостоятельное изучение**

1. Используемые виды энергии.
2. Способы получения основных видов энергии.
3. Возможность использования альтернативных источников энергии.
4. Влияние внешних факторов окружающей среды на выбор систем энергообеспечения

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если при собеседовании дан развернутый ответ на поставленный вопрос, в ответе прослеживается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; знание по предмету демонстрируются на фоне понимания его в системе данного предмета и междисциплинарных связей; ответы на дополнительные вопросы четкие и краткие;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если при собеседовании ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения, студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь неграмотная; ответы на дополнительные вопросы неправильные.

**Вопросы для собеседования**

1. Проблемы эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве.
2. Механизм и причины отказов основных видов электрооборудования;
3. Предмет теории эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве;
4. Оценка объемов работ по обслуживанию электрооборудования. Понятие условной единицы электрооборудования;
5. Капитальный ремонт, его задачи и способы;
6. Система плано-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий;
7. Обоснование периодичности проведения профилактических работ;
8. Классификация сельскохозяйственных помещений по условиям окружающей среды;
9. Основы технической эксплуатации;
10. Диагностирование электрических контактов;
11. Выбор типа защиты электрооборудования;
12. Методы определения мест повреждения на кабельных линиях;

13. Эксплуатация силовых и осветительных электропроводок, ремонт, проверка и испытания;
14. Особенности эксплуатации погружных электродвигателей;
15. Выбор степени защиты электрооборудования;
16. Эксплуатация полупроводниковых устройств;
17. Аварии в электроустановках и меры борьбы с ними.
18. Определение штата электротехнической службы;
19. Разработка графика профилактических работ при эксплуатации электрооборудования;
20. Надежность – одно из основных свойств качества электрооборудования;

Используется фронтальный опрос, который предполагает работу преподавателя одновременно со всей аудиторией, и проводится в виде беседы по вопросам. При отборе вопросов и постановке перед студентами учитывается следующее:

- задается не более пяти, они должны непосредственно относиться к проверяемой теме;
- формулировка вопроса должна быть однозначной и понятной отвечающему;
- недопустимо предлагать студентам вопросы, требующие множества ответов, т.е. вопросы открытой формы или так называемые «тестовые» вопросы с ответом «да/нет».

В конце опроса преподаватель дает заключительные комментарии по качеству ответов всех студентов.

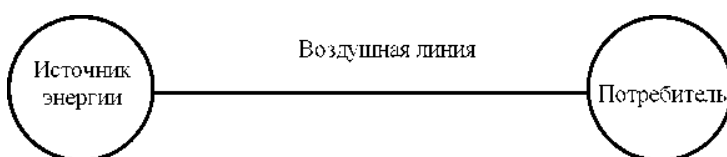
#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если при собеседовании дан развернутый ответ на поставленный вопрос, в ответе прослеживается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; знание по предмету демонстрируются на фоне понимания его в системе данного предмета и междисциплинарных связей; ответы на дополнительные вопросы четкие и краткие;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если при собеседовании ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения, студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь неграмотная; ответы на дополнительные вопросы неправильные.

## **2. Задания для контрольной работы**

### **Задание №1**

Воздушная линия соединяет источник энергии с потребителем. Вид потребителя определяется по табл. 1.1 в соответствии с номером варианта (это может быть либо асинхронный двигатель (АД), либо трансформатор (Т), либо синхронный двигатель (СД). Технические данные выбираются в зависимости от номера варианта из соответствующей таблицы; либо потребитель задаётся непосредственно значением потребляемой нагрузки в МВт и МВА). Считать, что все трансформаторы работают в повышающем режиме.



**Рис. 1.1**

1. Для данной схемы по заданной нагрузке, материалу провода и числу часов использования максимума нагрузки выбрать воздушную линию по экономической плотности тока.
2. Для данной схемы по заданной нагрузке выбрать воздушную линию по допустимому нагреву.
3. Определить поправочный температурный коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды.

### 1.1. Исходные данные

№ варианта	Потребитель	Un, кВ	Tmax, ч	Материал провода	toкр, °С	tпр, °С
i	10 + j10	35	1500	Медь	22	32
2	2 + j3	10	2000	Алюминий	10	41
3	1 + j0,5	6	2550	Медь	12	26
4	0,2 + j1	6	2500	Алюминий	40	50
5	23 + j12	35	3000	Медь	32	42
6	0,23 + j1	6	3500	Алюминий	56	65
7	0,5 + j2	6	4000	Медь	44	52
8	4 + j3	35	5000	Алюминий	30	54
9	1,7 + j3	6	6000	Медь	25	36
10	T1	Согласно техническим данным соответствующего потребителя	6500	Алюминий	30	32
11	T2		7000	Медь	28	29
12	T3		7500	Алюминий	14	27
13	T4		8000	Медь	39	45
14	T5		2200	Алюминий	45	47
15	T6		3100	Медь	50	56
16	T7		5350	Алюминий	42	53
17	T8		6400	Медь	20	28
18	T9		7700	Алюминий	47	51
19	T10		7900	Медь	32	49
20	СД1	Согласно техническим данным соответствующего потребителя	3580	Алюминий	16	50
21	СД2		6530	Медь	20	34
22	СД3		7100	Алюминий	41	69
23	СД4		4220	Медь	20	48
24	СД5		3750	Алюминий	57	70
25	СД6		7420	Медь	39	62
26	СД7		5320	Алюминий	55	64
27	СД8		1900	Медь	20	63
28	СД9		2600	Алюминий	45	59
29	СД10		4120	Медь	65	78
30	АД1		6530	Алюминий	41	60
31	АД2		7210	Медь	22	30
32	АД3		7800	Алюминий	33	44
33	АД4		5530	Медь	41	43
34	АД5	4220	Алюминий	53	61	

35	АД6		7950	Медь	47	62
36	АД7		5050	Алюминий	69	35
37	АД8		6060	Медь	51	57
38	АД9		7070	Алюминий	15	36
39	АД10		8080	Медь	20	61
40	$1,2 + j6$	10	3030	Алюминий	12	33
41	$2,8 + j5$	6	4040	Медь	45	69
42	$0,9 + j2$	6	4630	Алюминий	35	55
43	$7 + j9$	35	3520	Медь	26	44
44	$0,5 + j2$	6	2980	Алюминий	33	36
45	$4 + j9$	10	7450	Медь	50	56
46	$2,1 + j5$	6	2300	Алюминий	12	41
47	$7,8 + j10$	35	2900	Медь	27	33
48	$5 + j4$	10	3650	Алюминий	33	44
49	$7 + j4,5$	10	7850	Медь	42	55
50	$1,6 + j4$	6	5530	Алюминий	45	67

### 1.2. Экономическая плотность тока

Проводники	Экономическая плотность тока, А/мм <sup>2</sup> , при числе часов использования максимума нагрузки в год Tmax ч		
	более 1000 до 3000	более 3000 до 5000	более 5000
Неизолированные провода и шины: медные	2,5	2,1	1,8
алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с жилами: медными	3,0	2,5	2,0
алюминиевыми	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами: медными	3,5	3,1	2,7
алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

### 1.3. Допустимый длительный ток для неизолированных проводов

Ток, А	Номинальное	Ток, А	Номинальное	Ток, А	Номинальное	Ток, А	Номинальное
84	10	265	70	510	185	825	400
111	16	330	95	610	240	945	500
142	25	375	120	690	300	1050	600
175	35	450	150	730	330	1180	700
210	50						



#### 1.4. Технические данные асинхронных двигателей

	Тип	Рном кВт	Uном кВ	nном'	COS φном	η, %
1	ДАЗО2-16-44-8У1	170	6	745	0,69	88
2	ДАЗО2-16-44-8У1	170	3	745	0,72	90
3	ДАЗО2-16-54-8У1	630	6	740	0,85	93,5
4	ДАЗО2-16-54-8У1	630	3	740	0,85	93,5
5	ДАЗО2-16-54-8Т1	500	6	742	0,835	93
6	ДАЗО2-16-54-10У1	160	6	595	0,68	89
7	ДАЗО2-16-59-4У1	1250	6	1492	0,85	94
8	ДАЗО2-16-64-6У1	800	6	988	0,88	93
9	ДАЗО2-16-64-6Т1	630	6,6	990	0,87	92,5
10	ДАЗО2-16-64- 10У1	200	6	595	0,73	89,7

#### 1.5. Технические данные синхронных двигателей (cosφ = 0,9)

	Тип	РномкВт	Uном, кВ	nном, об/мин	η, %
1	СДН14-49-6УЗ	800	10	1000	94
2	СДН315-38-6УЗ	1250	10	1000	94,4
3	СДН15-49-6УЗ	1600	10	1000	95,2
4	СДН315-64-6УЗ	2000	10	1000	95,8
5	СДН15-76-6УЗ	2500	10	1000	96
6	СДН314-41-8УЗ	630	6	750	94,6
7	СДН14-46-8УЗ	800	6	750	94,6
8	СДН314-59-8УЗ	1000	6	750	94,8
9	СДН315-39-8УЗ	1250	6	750	94,8
10	СДН314-44-10УЗ	630	6	600	93,5

#### 1.6 Технические данные силовых трансформаторов

	Тип	Sном, кВА	Напряжение обмотки, кВ	
			ВН	НН
1	ТМ-2500/35-71Т1	2500	20	6,3
2	ТМ-2500/35	2500	13,8	6,3
3	ТМ-4000/10	4000	10	3,15
4	ТМ-4000/10-85У1	4000	10	6,3
5	ТМ-4000/35	4000	20	6,3
6	ТМ-4000/35-71Т1	4000	21	6,3
7	ТМН-4000/35	4000	13,8	6,3
8	ТМ-6300/10	6300	10	3,15
9	ТМ-6300/35	6300	20	6,3

10	ТМН-6300/20	6300	15,75	6,3
----	-------------	------	-------	-----

## Задание №2

Кабельная линия соединяет источник энергии с потребителем. Вид потребителя определяется по табл. 2.1 в соответствии с номером варианта (это может быть либо асинхронный двигатель (АД), либо трансформатор (Т), либо синхронный двигатель (СД) - тогда его технические данные выбираются в зависимости от номера варианта из соответствующей таблицы; либо потребитель задаётся непосредственно значением потребляемой нагрузки в МВт и МВА).

Считать, что все трансформаторы работают в повышающем режиме.

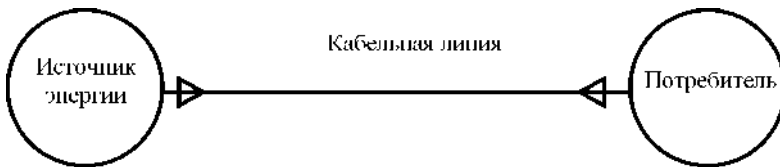


Рис. 2.1

1. Для данной схемы по заданной нагрузке выбрать кабельную линию по экономической плотности тока.
2. Для данной схемы по заданной нагрузке выбрать кабельную линию по длительно допустимому току.
3. В зависимости от места нахождения (в земле З или воздухе В), температуры окружающей среды и типа кабеля определить длительно допустимую нагрузку кабельной линии с учётом температуры окружающей среды. Температура окружающей среды выбирается в зависимости от заданного варианта.
4. Скорректировать допустимую нагрузку кабельной линии по данным предыдущей задачи по более точной формуле.

№ варианта	Потребитель	U, кВ	T <sub>max</sub> ч	Материал провода	Тип кабеля	Место нахождения	t <sub>окр</sub> °С	t <sub>об</sub> °С	Δt <sub>каб</sub> °С
1	АД1	Согласно техническим данным соответствующего	1500	Медь	2	З	10	9	2
2	АД2		2000	Алюминий	1	З	11	8	0
3	АД3		2550	Медь	3	В	20	25	3
4	АД4		2500	Алюминий	1	В	18	22	1
5	АД5		3000	Медь	2	В	20	38	5
6	АД6		3500	Алюминий	2	З	8	10	2
7	АД7		4000	Медь	3	В	15	22	4
8	АД8		5000	Алюминий	2	В	25	42	6
9	АД9		6000	Медь	3	З	12	20	2
10	АД10		6500	Алюминий	3	З	13	31	0

11	T1	7000	Медь	4	3	7	19	3
12	T2	7500	Алюминий	2	В	24	53	1
13	T3	8000	Медь	2	В	23	20	0
14	T4	2200	Алюминий	3	В	18	21	1
15	T5	3100	Медь	4	3	12	17	2
16	T6	5350	Алюминий	4	3	14	25	7
17	T7	6400	Медь	2	3	9	28	8
18	T8	7700	Алюминий	3	3	8	36	6
19	T9	7900	Медь	3	В	19	28	1
20	T10	3580	Алюминий	4	В	20	29	3
21	СД1	6530	Медь	2	В	27	26	2
22	СД2	7100	Алюминий	2	В	34	40	0
23	СД3	4220	Медь	2	В	26	25	5
24	СД4	3750	Алюминий	2	В	23	31	6
25	СД5	7420	Медь	3	3	6	10	1
26	СД6	5320	Алюминий	2	3	11	18	2
27	СД7	1900	Медь	3	3	16	15	4
28	СД8	2600	Алюминий	2	В	30	39	2
29	СД9	4120	Медь	2	3	17	15	4
30	СД10	6530	Алюминий	3	3	15	20	1

\*Смотреть таблицы 1.4, 1.5, 1.6

## 2.2. Длительно допустимые температуры жил кабеля в зависимости от типа кабеля

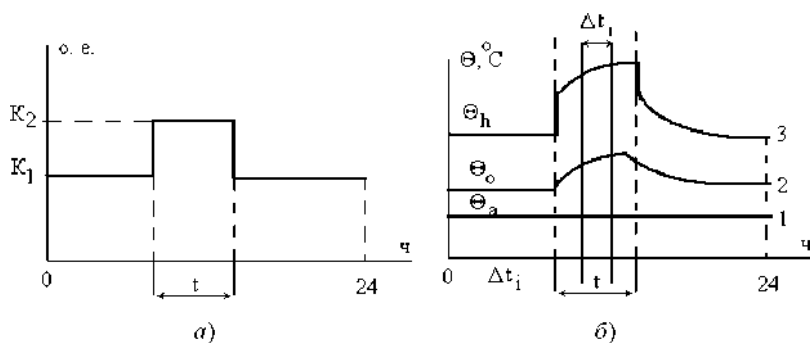
Тип кабеля	Длительно допустимая температура $T_d$ , °С
1. Для кабелей с пропитанной бумажной изоляцией напряжением до 3 кВ	80
2. Для кабелей с резиновой изоляцией	65
3. Для кабелей по ВТУ с полихлорвиниловой изоляцией	65
4. Для кабелей с пропитанной бумажной изоляцией напряжением 20 и 35 кВ	50

### Задание 3

Для двухступенчатого суточного графика нагрузки (рис. 1, а) трансформатора требуется:

1. Рассчитать переходный тепловой режим трансформатора.
2. Оценить допустимость систематической перегрузки.
3. Оценить относительный износ витковой изоляции за сутки.

Варианты заданий приведены в табл. 1,2.



**Рис. 1. Двухступенчатый суточный график нагрузки (а) и переходный тепловой режим в трансформаторе (б)**

Вариант	$K_1$ , о.е	$K_2$ , о.е	$t$ , ч	Трансформатор	Город	Условия
1	0,95	1,5	2	ТМН	Астрахань	Зима
2	0,9	1,45	2	ТДН	Воркута	Лето
3	0,85	1,4	3	ТМН	Калининград	Год
4	0,8	1,35	3	ТДН	Мурманск	Зима
5	0,75	1,3	4	ТМН	Новгород	Лето
6	0,7	1,5	4	ТДН	Псков	Год
7	0,65	1,45	5	ТМН	Тюмень	Зима
8	0,6	1,4	5	ТДН	Вологда	Лето
9	0,55	1,35	6	ТМН	Петрозаводск	Год
10	0,5	1,3	6	ТДН	Астрахань	Лето
11	0,95	1,5	2	ТМН	Воркута	Год
12	0,9	1,45	2	ТДН	Калининград	Зима
13	0,85	1,4	3	ТМН	Мурманск	Лето
14	0,8	1,35	3	ТДН	Новгород	Год
15	0,75	1,3	4	ТМН	Псков	Зима
16	0,7	1,5	4	ТДН	Тюмень	Лето
17	0,65	1,45	5	ТДН	Вологда	Год
18	0,6	1,4	5	ТМН	Петрозаводск	Лето
19	0,55	1,35	6	ТДН	Астрахань	Год
20	0,5	1,3	6	ТМН	Воркута	Зима
21	0,95	1,5	2	ТДН	Калининград	Лето
22	0,9	1,45	2	ТМН	Мурманск	Год
23	0,85	1,4	3	ТДН	Новгород	Зима

24	0,8	1,35	3	ТМН	Псков	Лето
25	0,75	1,3	4	ТДН	Тюмень	Год
26	0,7	1,5	4	ТМН	Вологда	Зима
27	0,65	1,45	5	ТДН	Петрозаводск	Лето
28	0,6	1,4	5	ТМН	Астрахань	Год
29	0,55	1,35	6	ТДН	Воркута	Лето
30	0,5	1,3	6	ТДН	Калининград	Год

Город	Эквивалентная температура воздуха $\theta_a$ , °С		
	Г одовая	Зимняя	Летняя
Архангельск	5,8	-11,4	14,0
Вологда	7,4	-10,8	15,5
Воркута	0,5	-19,4	9,4
Калининград	9,9	-2,4	16,5
Мурманск	3,4	-9,5	10,7
Новгород	8,3	-7,6	16,0
Псков	8,8	-6,5	16,3
Петрозаводск	7,1	-8,8	15,1
Тюмень	8,1	-15,1	15,9

Название показателя	Обозначение	ТМН	ТДН
Показатель степени масла	$x$	0,8	0,9
Показатель степени обмотки	$y$	1,6	1,6
Отношение потерь $\Delta P_{кз} / \Delta P_{хх}$	$R$	5	6
Тепловая постоянная времени масла	$\tau_0, \text{ч}$	3	2,5
Превышение температуры масла на выходе из обмотки над температурой воздуха	$\Delta\theta_{oar}, ^\circ\text{C}$	55	52
Превышение температуры наиболее нагретой точки в верхней части обмотки над температурой масла на выходе из обмотки	$\Delta\theta_{hor}, ^\circ\text{C}$	23	26
Предельная температура масла на выходе из обмотки	$\Delta\theta_{o\max}, ^\circ\text{C}$	105	105
Предельная температура наиболее нагретой точки обмотки	$\Delta\theta_{h\max}, ^\circ\text{C}$	140	140
Температура наиболее нагретой точки обмотки, при которой относительный износ изоляции равен единице	$^\circ\text{C}$	98	98

*Примечание.* Индексы  $h$ ,  $o$  и  $a$  соответствуют верхней части обмотки (*high*), маслу (*oil*) и воздуху (*air*) соответственно. Индекс  $r$  соответствует номинальному (*rated*) значению параметра.

При оценивании контрольной работы учитывается:

- полнота выполненной работы (задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности);
- обоснованность содержания и выводов работы (задание выполнено полностью, но обоснование содержания и выводов недостаточны, но рассуждения верны);
- работа выполнена полностью, в рассуждениях и обосновании нет пробелов или ошибок, возможна одна неточность.

Контрольная с оценкой "незачтено" возвращается обучающемуся, который должен, в соответствии с замечаниями преподавателя, либо доработать ее, либо написать новую.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если при защите контрольной работы показано умение применять полученные теоретические знания, глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; даны ответы на все вопросы контрольной работы, материал изложен грамотно, аргументировано и логически стройно; соблюдены требования к оформлению контрольной работы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если при защите контрольной работы не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «зачтено».

#### **4. Темы рефератов**

1. Концепции технической политики в электроэнергетике.
2. Энергетика для завтрашнего мира.
3. Новые технологии в монтаже и эксплуатации ВЛ и КЛ.
4. Технология монтажа и эксплуатация самонесущих изолированных проводов до 1 кВ.
5. Электронные счетчики.
6. Новые композиционные электроизоляционные материалы.
7. Оценка надежности контактных соединений по данным тепловизионного контроля.
8. Диагностика трансформаторов.
9. Комплексный подход к диагностике и оценке технического состояния энергетического оборудования.
10. Современные методы поиска мест повреждения в кабельных линиях.
11. Устройства для защиты погружных электродвигателей.
12. Совершенствование тепловых устройств защиты электродвигателей.
13. Контроль и изоляция электрооборудования с использованием частичных разрядов.
14. Применение ИКТ техники в электроэнергетике

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если при защите реферата раскрыта тема, демонстрируется глубокое знание материала, с некоторыми неточностями в использовании специальной терминологии, с незначительными стилистическими ошибками в изложении материала, при наличии неточности в выводах по теме, и незначительными ошибками в оформлении;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если при защите реферата тема не раскрыта, выявлено небрежное или неправильное оформление, а также реферат взят в готовом виде из базы сети Интернет.